ÜBER DEN

BAU DER SCHLEHKRÜPPEL.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

KGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT

AM 23. JUNI 1903

VON

FRIDOLIN BOTT,
AUS UNTERAFFERBACH.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

WÜRZBURG.

A. STUBER'S VERLAG (C. KABITZSCH).

1904.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

MEINEN LIEBEN ELTERN

AUS DANKBARKEIT.

Über den Bau der Schlehkrüppel.

Von

Fridolin Bott.

Äusseres von Stamm und Wurzel.

Während Prunus spinosa in normaler Ausbildung an Hecken und Rainen die bekannten reich verästelten, ganz gewöhnlich mannshohen Gebüsche bildet und nicht selten zu zwei bis drei Meter hohen Bäumchen emporsteigt, kommen auf dem Wellenkalk der Würzburger Umgebung niederliegende, charakteristische Krüppelformen vor. Die untersuchten Exemplare stammen von der Ravensburg bei Veitshöchheim, die Normalsträucher von ebendort aus der Thalsohle. Die hier beobachtete Krüppelform war eine baum- oder schirmartige mit struppigen oder in unregelmässigen Zickzacklinien sich an den Boden schmiegenden Zweigen und häufig abgedorrten Endspitzen. Die Rinde ist rauh und zerklüftet und bildet ein günstiges Substrat für Moose und Flechten. Die Internodien sind kürzer als im normalen Falle, beispielsweise nur 0,4 cm lang gegen 1,7 cm am normalen Stämmchen; so kommt es, dass der Krüppel kaum die Länge eines Meters erreicht.

An den Enden einjähriger Seitenzweige massen an einem normalen Exemplar fünf Internodien — die Blattstellung ist $^2/_5$ — 3 cm, während am Zweigende des Krüppels fünf und mehr Internodien auf eine Strecke von 0,1 bis 0,2 cm zusammengedrängt waren; hierdurch ergab sich eine rosettenförmige Gruppierung der Blätter an den Zweigenden.

Bezüglich der Wurzel sei erwähnt, dass der Krüppel absolut und relativ längere Wurzeln zu bilden scheint als die Normalpflanze; ein etwa 30 cm hohes Krüppelstämmchen bildete beispielsweise eine

Hauptwurzel von über 3 m Länge, während an einem über 4 m hohen normal gewachsenen Bäumchen keine Wurzel von über 1,5 m Länge beobachtet wurde.

Das Holz von Normal- und Krüppelpflanze ist fest und dicht gefügt; das des Krüppels scheint leichter zerbrechlich zu sein; normalerweise existiert kein Unterschied zwischen Kern- und Splintholz, oder ist ein solcher doch nur schwach angedeutet; im Krüppelfalle dagegen ist oft ein Drittel oder die innere Hälfte des Holzkörpers braun gefärbt, — allerdings nicht immer als regelmässiger Kreis auftretend, sondern nach verschiedenen Seiten verschieden weit ausgreifend.

Jahrringe sind makroskopisch erkennbar, aber nicht so deutlich ausgebildet als in anderen Fällen; im normalen Stamm haben sie eine Durchschnittsbreite von 1 bis 1,5 mm; doch wurden auch solche von einer Breite bis zu 4,6 mm beobachtet. Im Krüppelstamm massen sie etwa 0,2 mm im Mittel.

Auf einem Querschnitt durch normales Holz fallen oft ziemlich radiär angeordnete, braungelb gezeichnete Querbinden von einer tangentialen Länge von 1—2 mm und einer radialen Breite bis zu 0,5 mm — sogenannte Markfleckchen — auf; auf einem etwa 4 cm dicken, zwölfjährigen Stammquerschnitt wurden beispielsweise gegen 100 gezählt; dagegen konnten im Krüppelholz keine Markfleckchen beobachtet werden.

Anatomische Untersuchung von Stamm und Wurzel.

a) Allgemeines über den Holzkörper.

Wie bei unseren Holzpflanzen überhaupt, wird auch bei der Schlehe der Jahrring (zunächst im normalen Stamme) durch gefässreiches und weiteres Frühjahrsholz eröffnet, das gegen das vorjährige Herbstholz streng radiär abgesetzt erscheint; es werden gewöhnlich zwei ziemlich regelmässige Kreise von weiten Gefässen angelegt. Dann folgt eine breitere Zone mit weniger und unregelmässiger verteilten Gefässen. Diese Zone wird endlich von einem ganz schmalen gefässlosen Bande enger Libriformzellen gegen das nächstjährige Frühjahrsholz abgegrenzt. Man kann also, wie es *Hugo von Mohl*[1]) für Fraxinus ermittelte, auch bei Prunus spinosa den Jahrring in drei

[1]) *Hugo von Mohl*, Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Botanische Zeitung 1862, p. 270.

Schichten einteilen, in eine gewöhnlich aus zwei Gefässreihen bestehende innerste, in eine breitere gefässärmere, die die Hauptmasse des Jahrringes bildet, und endlich in eine dritte ganz schmale gefässlose Grenzzone.

In ähnlicher Weise verhält sich auch im Krüppelstamme der Jahrring; auch hier folgt nach wenigstens einer, oft auch zwei regelmässigen Reihen von weiteren Gefässen eine Zone mit zerstreuten etwas engeren Gefässen, und dann der gefässlose schmale Abschluss gegen die nächste Jahresproduktion; der Unterschied dem normalen Falle gegenüber besteht aber darin, dass die einzelnen Jahrringe um ein Beträchtliches schmäler sind: diese Erscheinung nun ist auf die Verschmälerung, das heisst geringere Ausbildung der mittleren Zone zurückzuführen.

Ein Beispiel möge die Breiteverhältnisse der Jahresringe etwas erläutern: An einem normalen fünfzehnjährigen Stämmchen sind die Breiten der aufeinanderfolgenden Jahrringe von innen nach aussen **0,308** — 0,308 — 0,462 — 0,77 — 0,924 — 1,232 — 0,462 — 1,463 — 1,54 — 1,694 — **3,773** — 3,08 — 2,233 — 2,849 — 1,694 — bewegen sich also zwischen 0,308 und 3,773 mm. An einem gleichalterigen Krüppelstämmchen wurden folgende Werte ermittelt: 0,308 — **0,385** — 0,354 — 0,231 — 0,215 — 0,185 — 0,123 — 0,123 -- 0,0924 — 0,077 — 0,062 — 0,062 — 0,062 — 0,062 — **0,046**, Zahlen, die zwischen 0,046 und 0,385 mm schwanken.

Aus vorstehenden Zahlen lässt sich ausser der im allgemeinen geringeren Ausbildung der Jahrringe im Krüppelstämmchen auch noch die Thatsache ersehen, dass die Jahrringe im Krüppelstämmchen gegen die Rinde zu an Breite auffallend abnehmen. In der That bestehen sie an der Peripherie des Holzkörpers nur noch aus einer oder zwei Reihen von Gefässen, die durch wenige Libriformfasern gegen die vorausgehende und folgende Jahresproduktion unregelmässig abgegrenzt werden, während die mittlere Zone so gut wie ganz fehlt. Ähnliche Verhältnisse gab *Mohl* von wenig entwickelten, besonders peripheren Jahresringen alter Eschen-, Buchen- und Birkenstämme an.

Wenn *Mohl* ferner (Seite 283) bezüglich des Wurzelholzes der Eiche von regelmässig centrisch ausgebildeten Jahrringen angiebt, dass „hier die einzelnen Jahrringe der Wurzel nur dem inneren Teile der Jahrringe des Stammes entsprechen", so trifft dies im normalen Wurzelholz von Prunus spinosa in den jüngsten und überhaupt bei schmalen Jahrringen ebenfalls zu; bei kräftig ausgebildeten dagegen

tritt, ähnlich wie es *Mohl* von „excentrisch ausgebildeten“ beschreibt, eine dem normalen Stammholzjahrring ganz ähnliche Ausbildung auf; allerdings erreicht die mittlere Zone des Wurzeljahrringes niemals die Dimension der analogen Zone im Stammjahrring; dafür ist sie aber gefässreicher als jene und erscheint daher gegenüber der innersten Gefässzone nicht so deutlich abgesetzt, so dass sich also das ganze Wurzelholz bezüglich der Gefässeinsprengung als weit homogener erweist als das normale Stammholz.

Beim Krüppelwurzelholz erscheint es als Regel, dass die einzelnen Jahrringe nur dem innersten Teile eines normalen Stammholzjahrringes entsprechen; da hier ferner die Gefässreihen nicht streng kreisförmig, sondern — ebenso wie die Grenzzone — häufig unregelmässig ausgebildet sind, so ist die Bestimmung der Jahrringe sehr schwierig und oft ganz unmöglich; in solchen Fällen kann man nur aus dem Alter des Hauptstämmchens auf das angenäherte Alter der Hauptwurzel schliessen; natürlich muss in diesem Falle das Hauptstämmchen die Hauptwurzel in gerader Linie direkt fortsetzen, darf also nicht etwa ein Wurzelsprössling oder ein später geförderter ursprünglicher Seitenzweig sekundärer Ordnung sein.

b) Holzelemente.

Das Holz von Prunus spinosa ist, wie *Sanio*[1]) festgestellt hat, aus einfachem Libriform, Holzparenchymzellen, Tracheiden und Gefässen zusammengesetzt.

Die Hauptmasse des Holzes besteht aus einfachen, nicht gefächerten Libriformzellen mit im allgemeinen polygonalem Querschnitte und der bekannten Veränderung gegen die Jahresgrenze. Die Libriformzellen sind faserförmige, dickwandige Zellen, die mit ihren spitzen Enden ineinander greifen und im übrigen von den gewöhnlichen Formen in nichts abweichen.

Dieses die feste Masse bildende Gewebe ist in der oben beschriebenen Weise von behöft getüpfelten Gefässen durchzogen, die zugleich ringförmig und spiralig verdickt sind. An die Gefässe lagern sich die Holzparenchymzellen an, relativ dünnwandige, langgestreckte Zellen mit einfachen Tüpfeln; von den Gefässen unabhängig wurde Holzparenchym nicht beobachtet.

Die Markstrahlen sind — besonders im Wurzelholz — so zahlreich, dass gewöhnlich die Gefässe rechts und links von ihnen be-

[1]) *Sanio,* Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Botanische Zeitung, Jahrgang 1863, p. 404.

grenzt werden, wobei natürlich noch die die Gefässe umgebenden Holzparenchymzellen zwischengeschoben sind. Die nur in geringer Anzahl vorhandenen Tracheiden sind auch hier nur durch ihre geringere Weite und ihre spitz zulaufenden Enden von den Gefässen zu unterscheiden. —

Um die Grössenverhältnisse dieser Elemente und andere etwaige Unterschiede zwischen normalem und Krüppelwachstum bestimmen zu können, wurden die Elemente mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure isoliert. Die in der Folge angegebenen Zahlen sind die Mittelwerte von, je nachdem es geboten erschien, 10, 15 oder 20 Messungen. Die Zahlen bedeuten die Anzahl Teilstriche eines im Okular I eines *Seibert*'schen Mikroskops befindlichen Mikrometers mit Verwendung von Objektiv V. Die Vergrösserung dieser Kombination ist $^{1}/_{305}$. Nur wo es in den Tabellen besonders angegeben, wurde Objektiv II verwendet (Vergrösserung in diesem Falle $^{1}/_{70}$). In der untersten Zeile der Tabellen sind die gefundenen Mittelwerte in wirkliche Millimeterwerte umgerechnet angegeben. —

Die Libriformfasern (siehe Tabelle 1) sind im Krüppelfalle verkürzt und zwar im Stamm von normal 249 auf 155; die Wurzelholzfasern sind, wie auch bei allen übrigen Elementen konstatiert wurde, länger als ihre zugehörigen Stammholzfasern; aber auch für sie wurde eine Verkürzung von normal 420 zu 391 im Krüppel konstatiert. Bezüglich der Breite wurde der ganze Durchmesser der Zelle und die Wanddicke gemessen (siehe Tabelle 2 und 3). Die Breite der ganzen Zelle beträgt im Stammholz normalerweise 3,17, im Krüppelfalle 2,7 ; im Wurzelholz 5,3 beziehungsweise 4,18.

Die Wanddicke ist in beiden Fällen ungefähr dieselbe; nur im Wurzelholz des Krüppels beobachtete ich eine auffallende Verdickung von 1,1 im normalen Wurzelholz auf 1,4 in dem des Krüppels. Es ist also die Krüppelfaser allgemein in ihrem Lumen reduziert, und zwar im Stammholz von 1,75 normal auf 1,33 im Krüppel, im Wurzelholz von 3,08 auf 1,29.

Ähnliche Reduktionsverhältnisse ergaben sich auch bezüglich der Holzparenchymzellen des Krüppels (Tabelle 7 und 8). Während im normalen Stämmchen die mittlere Länge der Holzparenchymzellen 29 ist, beträgt sie im Krüppelexemplar nur 19,1; bezüglich der Wurzeln gelten die Zahlen 40,3 beziehungsweise 31,3. Auch in der Breite tritt eine analoge Reduktion auf, im Stämmchen von 3,3 zu 2,9, in der Wurzel von 4,7 zu 3,7. Da man etwaige Veränderungen der dünnen Wand ganz vernachlässigen kann, ist also auch bei der

Holzparenchymzelle des Krüppels eine Reduktion des Lumens vorhanden.

Ganz anders gestaltet sich die Sachlage bezüglich der Gefässe (Tabelle 4 und 5). Die einzelnen Glieder sind im Krüppelstamme zwar kürzer als im normalen; um so mehr fällt aber nun ins Gewicht, das die Weite im Stammholze des Krüppels beibehalten ist; und noch auffallender — aber verständlich — ist die Thatsache, dass im Wurzelholze des Krüppels die Gefässe sogar absolut erweitert sind gegenüber denen im normalen Wurzelholze, nämlich auf die Werte 15,9 im Krüppel gegenüber 14 im Normalfalle.

Die Tracheiden des Stammholzes sind, wie Tabelle 6 zeigt, im Krüppelexemplar etwas kürzer und enger; die mittleren Werte für Länge und Weite sind im Normalstamm 106,5 beziehungsweise 6,9; im Krüppelstamm 91,7 respektive 6,0. In der Wurzel wurden sie zwar auch nachgewiesen, konnten jedoch nicht isoliert werden.

Überblicken wir die bisherigen Ergebnisse, so sind im Krüppelholz die Fasern, das Holzparenchym und die Tracheiden in ihrem Lumen reduziert, dagegen die Gefässe, die der Wasserleitung dienen, wenn nicht erweitert, in ihren Weiteverhältnissen beibehalten.

Bezüglich der primären Markstrahlen, von denen die grössten zur Messung dienten, gelten folgende Sätze: (siehe die Tabellen 9 mit 12!)

1. Gegenüber dem normalen Gesamtmarkstrahl ist der Markstrahl des Krüppels höher und breiter. Im normalen Stammholz beträgt die Markstrahlhöhe 64,4, die Breite 2,1; im Krüppelstammholz 84,4 beziehungsweise 4,0. Bezüglich der Wurzelmarkstrahlen gelten für Höhe und Breite im normalen Falle die Zahlen 107,0 beziehungsweise 3,8, im Krüppelfalle 109,5 bez. 7,9. Es ist also im Krüppelholz ganz besonders eine Verbreiterung des Markstrahls gegenüber dem normalen zu konstatieren.

2. Die einzelne Stammmarkstrahlzelle des Krüppels ist gegenüber der normalen in allen Dimensionen verkleinert und zwar:

Höhe	Normal	4,6	Krüppel	3,7
Radiale Länge	„	7,9	„	6,1
Tangentiale Breite	„	3,1	„	2,7.

Im Wurzelholz verhalten sich die Dimensionen von Normal- und Krüppelmarkstrahlzelle folgendermassen:

Höhe	Normal	5,6	Krüppel	8,0
Radiale Länge	„	12,2	„	9,4
Tangentiale Breite	„	3,6	„	5,5.

Es sei noch erwähnt, dass ganz regelmässig in den Markstrahlzellen des Krüppels weniger Stärke gefunden wurde als in denen der Normalpflanze. —

Im Holze der Normalpflanze wurden, wie schon oben erwähnt, häufig sogenannte Markfleckchen beobachtet. Dieselben lassen sich in Stamm und Wurzel — wenigstens in deren oberem Teil — viele Dezimeter weit verfolgen. Sie treten als senkrecht zum Radius quergezogene Komplexe von dickwandigen, parenchymatischen, stärkehaltigen Zellen auf, die unregelmässig geformt sind, aber im allgemeinen ähnliche Dimensionen wie die Markstrahlzellen aufweisen. Meistens sind sie farblos, und dann erhält der Fleck, wie es auch *G. Kraus*[1]) für die Markfleckchen von Sorbus torminalis angiebt, seine makroskopische Braunfärbung von dem am Rande verlaufenden, teilweise desorganisiert erscheinenden, braungefärbten Gewebestreifen.

Weit verbreitet in Normal- und Krüppelpflanze ist das Auftreten von das Licht stark brechenden, gummiartigen Stoffen. Ich beobachtete zwei deutlich verschiedene Vorkommnisse: Es ist dies erstens die im Krüppel stärker als im normalen Falle auftretende Einlagerung von gelbbraunen, gummiähnlichen Massen in das ganze Holzgewebe, besonders in die Gefässe; indem diese hauptsächlich in die innersten Jahrringe abgelagert werden, (— das Mark bleibt gewöhnlich frei —) wird die oben erwähnte Braun- oder Schwarzfärbung der innersten Jahrringe, das Auftreten von „Kernholz" bewirkt. Doch tritt diese Erscheinung häufig auch in kleinem Massstabe — makroskopisch unmerklich — in der Weise innerhalb der Jahrringe auf, dass nur wenige Gefässe betroffen werden. Verschieden hievon und nicht so häufig zu beobachten ist der andere Fall, dass ganze, wie es scheint, desorganisierte Gewebslücken mit Gummimassen angefüllt sind; die Ränder dieser Gewebestellen sind dann scheinbar in der Umbildung in Gummi begriffen. Das in dieser Weise auftretende Vorkommen von gummiartigen Stoffen ist offenbar die in ähnlichen Fällen als „Gummosis" beschriebene problematische Erscheinung.

c) Rinde.

Beim Vergleiche der Normal- und Krüppelrinde fallen zunächst die verschiedenen Dickenverhältnisse ins Auge: die Rinde des Krüppelstämmchens ist nämlich absolut und relativ stärker als die des nor-

1) *Gr. Kraus*, Nadelhölzer. Würzb. Naturw. Ztschr. V. 1864. p. 162.

malen; so ist beispielsweise ein fünfzehnjähriges normales Holzstämmchen 2,78 cm dick, wobei auf den Holzkörper 2,5 cm, auf die Rinde 0,14 cm entfallen; ein gleichalteriges Krüppelstämmchen misst 1,81 cm im Durchmesser, und zwar ist hier der Holzkörper 1,45 cm, die Rinde 0,18 cm dick. Im normalen Falle ist also das Verhältnis von Rinde zum Halbmesser des Holzkörpers wie 1:9, im Krüppelfalle dagegen wie 1:4; das absolute Dickenverhältnis von Normal- zu Krüppelrinde berechnet sich auf 1:1,3.

Ein weiterer Unterschied zwischen Krüppel- und Normalrinde ist der, dass der Krüppel weniger Lenticellen entwickelt als das Normalexemplar; während z. B. an einem normalen Stammabschnitt von 5 cm Länge und 1,8 cm Dicke 186 Lenticellen gezählt wurden, wies ein gleich starkes Krüppelstämmchen derselben Länge deren nur 22 auf.

Die oben erwähnte auffallend grössere Dicke der Rinde ist im wesentlichen durch eine abnorme Borkenbildung im Krüppel verursacht: Im normalen, wie im Krüppelfalle beginnt frühzeitig in der subepidermalen Zellschicht die Ausbildung eines Phellogens, das in der bekannten Weise Kork erzeugt. Das nach innen folgende chlorophyllhaltige Rindenparenchym wird von den primären Bastfaserbündeln abgeschlossen. Während nun im normalen Falle sich die Bildung eines glatten Periderms aus der primären Rinde fortsetzt, beginnt im Krüppel sehr bald eine Borkenbildung. Von der äusseren Korkzone ausgehend, dringen Phellogenstreifen nach innen in das Parenchym ein, um sich später wieder mit der peripheren Korkschicht zu vereinigen und so einzelne Segmente der Rinde abzuschneiden und zum Absterben zu bringen; während also die normale Schlehdornrinde glatt bleibt, wird die Krüppelrinde hierdurch rauh und rissig und natürlich auch stärker ausgebildet; möglich ist auch, dass auch äussere Verletzungen (rollende Steine) und die dadurch veranlasste Bildung von Wundkork die Dicke der Rinde und die Oberfiächenausbildung mit beeinflussen.

Eine auffallende Erscheinung ist die verschiedene Dimension der Krüppelkorkzelle gegenüber der normalen. Da sich radiale und tangentiale Durchmesser der Korkzellen — des Rindendruckes wegen — unsicher beurteilen lassen, führe ich nur die Werte der Höhe der Zelle (Länge im Sinne der Achse des Stammes) an; diese beträgt im normalen Falle im Mittel 0,009 mm, im Krüppelfalle 0,0133 mm.

An den primären Bast setzt sich (in Normal- und Krüppelrinde) der sekundäre Bast in nicht unterscheidbar regelmässigen Jahresproduktionen an; im Tangentialschnitt verlaufen die Bündel nicht streng vertikal parallel zu einander, sondern sie sind gewunden und unregelmässig angeordnet.

Die Markstrahlen, längs deren seitlichen Grenzen häufig nachträglich entstandene Gewebstrennungen hinziehen, erweitern sich nach aussen; sie setzen die Strahlen des Holzes nicht in gerader, sondern in gebrochener Linie fort, indem offenbar durch den späteren Rindendruck die Rindenmarkstrahlen von der geraden Richtung abgebogen werden; beim Krüppel kommt noch der Fall hinzu, dass die Markstrahlen geradezu geschlängelt erscheinen.

In primäre Rinde und Bast sind — besonders stark im Krüppel — Calciumoxalatdrusen und Einzel-Krystalle eingelagert; auch bezüglich der Gerbsäure, die sich in den parenchymatischen Zellen findet, konstatierte ich, soweit es sich nach der Farbe des Kaliumbichromatniederschlages beurteilen liess, im Krüppel eine stärkere Ablagerung.

Die Verhältnisse in der Wurzel bezüglich der Rindenbildung sind ähnliche wie im Stamme; nur enthält hier das Parenchym natürlich kein Chlorophyll, wohl aber Stärke. Borkenbildung wurde hier — auch im Krüppel — nicht konstatiert.

Laubblatt.

Bei der Untersuchung des Laubblattes wurden hauptsächlich diejenigen Punkte ins Auge gefasst, die zur Transpiration in Beziehung stehen, da sich annehmen liess, dass am Krüppelblatte das Bestreben, die Transpirationsgrösse möglichst herabzudrücken, vorherrschen werde.

Darauf wies in der That hin:

1. Die steilere Stellung des Krüppelblattes im Gegensatz zum Normalblatt, wodurch offenbar das senkrechte Auffallen der Sonnenstrahlen vermieden wird.

2. Trägt dazu auch die oben erwähnte teilweise rosettenförmige Gruppierung der Krüppelblätter bei, da sich hiedurch die einzelnen Blätter gegenseitig vor den Sonnenstrahlen schützen.

3. Verstärkt wird dieser Schutz noch dadurch, dass das Krüppelblatt um den Hauptnerv ziemlich stark nach oben gewölbt ist, während das normale Blatt flacher ausgebreitet erscheint.

4. Der stärkste Schutz ist jedoch in dem Umstande gegeben, dass im Krüppelfalle die transpirierende Fläche um ein Bedeutendes verkleinert wird; wie Tabelle 13 zeigt, ist ein normales Blatt im Mittel 4,0 cm lang, ein Krüppelblatt dagegen nur 2,3 cm; in der Breite sind 1,98, beziehungsweise 0,83 die betreffenden Masse.

Das Krüppelblatt hat also seine transpirierende Fläche um etwa die Hälfte verkleinert[1]).

5. Am meisten ist der anatomische Bau des Krüppelblattes dem oben bezeichneten Zwecke angepasst und zwar in Ausbildung der Epidermis, Grösse des Spaltöffnungsapparates, Anzahl der Spalten, Dicke des ganzen Blattes und Höhe des Pallisadenparenchyms.

Bezüglich der Grössenverhältnisse der Epidermiszellen ergaben sich folgende Abweichungen zwischen Normal- und Krüppelpflanzen (siehe Tabelle 15 mit 18!).

a) Oberseitige Epidermis:

Normales Sonnenblatt:	Länge 11,1,	Breite 9,0	Krüppelsonnenblatt:	L. 10,3,	B. 7,4
Normales Schattenblatt:	„ 14,0,	„ 10,1	Krüppelschattenblatt:	L. 10,1	B. 7,2

b) Unterseitige Epidermis:

Normales Sonnenblatt:	Länge 8,1,	Breite 4,9	Krüppelsonnenblatt:	L. 6,9.	B. 4,1
Normales Schattenblatt:	„ 8,9,	„ 5,2	Krüppelschattenblatt:	„ 7,8,	„ 4,3

Es zeigt sich also, dass allgemein die Epidermiszellen eines Krüppelblattes kleiner sind als die des normalen, und dass in beiden Fällen die Zellen der Schattenblätter etwas grösser sind als die der Sonnenblätter.

Die Spaltöffnungen finden sich in beiden Fällen auf der Blattunterseite in den durch die Nerven gebildeten Feldern. Wie nun alle Epidermiszellen, ist auch der Spaltöffnungsapparat (Schliesszellen + Spalt) im Krüppelblatte verkleinert. Die Mittelwerte sind:

Normalsonnenblatt:	Länge 6,7,	Breite 5,2	Krüppelsonnenblatt:	L. 5,6	B. 4,1
Normalschattenblatt:	„ 6,6,	„ 4,8	Krüppelschattenblatt:	„ 5,6	„ 4,0

(Siehe die Tabellen 19 und 20!)

Auch die Anzahl der Spalten wird im Krüppelblatte reduziert (Tabelle 21). Für das normale Schattenblatt wurden 329 pro Quadratmillimeter berechnet, für das Krüppelschattenblatt 308; bei den Sonnenblättern ist der Unterschied noch grösser, indem eine Reduktion von 422 auf 348 konstatiert wurde.

Berücksichtigt man nun das früher gewonnene Resultat, dass

[1]) Erwähnt sei, dass am normalen Blatte — allerdings bald vertrocknende — Stipulae bis zu 6 mm Länge vorkommen, während solche am Krüppelblatte — wohl in ihrer Anlage vorhanden — zumeist gar nicht ausgebildet werden.

die Epidermiszellen des Krüppelblattes kleiner sind als die des Normalblattes, so dass also auf einer bestimmten Flächeneinheit beim Krüppelblatt mehr Epidermiszellen vorhanden sind als beim normalen, so müsste man unter der Annahme, dass auf eine bestimmte Anzahl von Epidermiszellen eine Spaltöffnung kommt, eigentlich erwarten, dass im Krüppelblatt pro Flächeneinheit mehr Spaltöffnungen vorhanden seien als im normalen Falle; von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, erscheint also die gefundene Reduktion der Spaltöffnungszahl als eine noch weitgreifendere.

Die Dicke des Laubblattes ist im Krüppelfalle beträchtlicher (siehe Tabelle 14!). Die mittleren Masse sind im Krüppelblatt 44,8 gegen 37,9 im normalen Falle. Der anatomische Grund für diese Verdickung ist ein zweifacher: Hauptsächlich sind zunächst im Krüppelblatt die beiderseitigen Epidermiszellen höher geworden, und zwar

unterseits von normal 2,7 zu 4,6 im Krüppelfalle
oberseits von normal 4,0 zu 5,4 im Krüppelfalle,

aber auch die Pallisadenschicht ist im Krüppelfalle etwas verlängert; sie hat im normalen Blatt eine mittlere Höhe von 12,5, im Krüppelblatt eine solche von 14,1.

Können die bisher beschriebenen Abänderungen wesentlich mit der veränderten Transpirationsgrösse in Beziehung gesetzt werden, so zeigen sie auch noch einige andere Unterschiede zwischen Normal- und Krüppelblatt, die in Kürze erwähnt werden sollen.

Die Behaarung wurde am Krüppelblatt besonders auf der Unterseite etwas stärker gefunden als am Normalblatt. Die Haare, die sich hauptsächlich am Blattstiel und auf dem Hauptnerv (gegen die Spitze zu abnehmend) und in geringer Anzahl auch auf den Seitennerven und am Rande vorfinden, sind einzellig, dünnwandig und in fertigem Zustande lufthaltig. Durchschnittlich wurden im normalen Falle auf dem Mittelnerv etwa 9 pro Quadratmillimeter gezählt, im Krüppelfalle gegen 15.

In bekannter Art sind im Blatt um die Gefässbündelstränge — bis in die kleinsten Nervenendigungen zu verfolgen — kleine Calciumoxalatdrusen abgelagert, während alle übrigen Partien davon frei sind. Dieses Auftreten von Drusen ist im Krüppelblatte wesentlich bedeutender.

Auch in der Bildung von Gerbsäure ergeben sich nicht unbeträchtliche Unterschiede. Im normalen Blatte finden sich die Gerbstoffe besonders im Hauptnerv und in geringer Intensität auch in

den Nebennerven. Der Kaliumbichromatniederschlag fällt besonders in der ganzen Gefässbündelscheide auf; im Gefässteil finden sich geringere Mengen in den parenchymatischen Zellen zwischen den Gefässen; im Bastteil sind die parenchymatischen Zellen dunkler gefärbt. Ausser in den Nerven wurde auch in vereinzelten Zellen der unteren Epidermis Gerbsäure nachgewiesen; zuweilen auch in geringer Menge in der obersten Zellreihe der Pallisadenschicht, besonders in der Nähe der Nerven. Im Krüppelblatt tritt die Gerbsäure in den Nerven in derselben Weise — nur in stärkerem Masse — auf; ausserdem aber findet sie sich sehr gewöhnlich in den über den Nerven befindlichen Epidermispartien und der ersten darunter befindlichen Collenchymreihe; auch in der Pallisadenschicht ist das Auftreten beträchtlicher als im normalen Falle.

In den Blütenblättern (siehe Tabelle 22!) sind die Masse zwischen Normal- und Krüppelfall etwas verschieden. Die Länge des Normalblütenblättchens beträgt 0,65 cm im Mittel, die des Krüppelblütenblättchens 0,60 cm; die Breiten betragen 0,46 beziehungsweise 0,44 cm. Die übrigen Blüten- und Fruchtverhältnisse sind jedoch, soweit untersucht, in Normal- und Krüppelpflanze die gleichen.

Vergleichung vorliegender Resultate mit einschlägiger Litteratur.

Die sehr ausgedehnte allgemeine Litteratur, die wir über xerophytische Einrichtungen, (um solche handelt es sich doch in vorliegendem Falle) haben, im einzelnen hier durchzugehen und zu vergleichen, erscheint zwecklos; dagegen ist es von Interesse, ein paar nächstliegende Arbeiten aus der jüngsten Zeit in Vergleich zu ziehen. In Betracht kommt hauptsächlich eine neueste Experimentaluntersuchung von *Gaston Bonnier:* „Cultures expérimentales dans la région méditerranéenne, modifications de la structure anatomique“ (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. 29 décembre 1902. Mitgeteilt im Botanischen Centralblatt, 24. Jahrgang 1903, Bd. XCII Nr. 6, p. 133).

Hierin beschreibt *Bonnier* die Strukturverschiedenheiten von Pflanzen, die gleichzeitig in Toulon und Fontainebleau kultiviert wurden. Hier interessieren hauptsächlich die an Bäumen und Sträuchern gewonnenen Resultate, mit denen die meinigen vollkommen übereinstimmen:

1. D'une manière générale, dans la tige le bois de printemps est bien développé dans la région méditerranéenne et renferme de

nombreux vaisseaux, souvent d'un calibre plus grand que ceux qui leur correspondent dans le plant de même espèce, cultivé à Fontainebleau.

2. Les feuilles sont plus épaisses à Toulon, le tissu pallisadique est plus développé.

Ausser dieser Untersuchung lassen sich noch zwei andere Arbeiten heranziehen, die zwar hauptsächlich von Kräutern handeln, mit welchen aber trotzdem meine Resultate eine erfreuliche Übereinstimmung aufweisen, so dass man wohl annehmen darf, dass Kräuter und baumartige Pflanzen unter ähnlichen Bedingungen ähnliche Strukturunterschiede ausbilden. Es sind dies die Arbeiten von *G. Bonnier:* „Recherches expérimentales sur l'adaption des plantes au climat alpin" (Annales des Sciences naturelles, VII. Série, Tome XX. 1895, p. 217) und die von *M. W. Russel:* „Influence du climat méditerranéen sur la structure des plantes communes en France" (Annales des sciences naturelles VIII. Série. Tome I, 1895. p. 323).

Es sei gestattet, im folgenden eine vergleichende Übersicht der hauptsächlichsten Resultate zu geben:

G. Bonnier, Adaption des plantes au climat alpin	*M. W. Russel*, Influence du climat mediterranéen	Vorliegende Arbeit
Les tiges aériennes sont plus courtes, plus velues, plus étalées, plus rapprochées du sol et à entrenœuds moins nombreux et moins longs.	—	Der Krüppel weist kürzere Internodien und ein überhaupt gering. Wachstum der oberirdischen Teile auf.
Les tiges ont, en général, le tissu cortical plus épais par rapport au diamètre du cylindre central. L'épiderme a la cuticule mieux marquée et ses cellules à parois plus épaisse.	Écorce des tiges aériennes plus réduite revêtant souvent la forme pallisadique. Écorce des tiges souterraines plus épaisse et à cellules plus grandes.	Die Rinde des Krüppels ist absolut und relativ zum Holzkörper beträchtlicher als die der Normalpflanze.
Quand le liège existe, il est plus précoce et relativement plus épais pour des rameaux de même âge.	Les tissus de soutien et de protection sont remarquablement développés dans l'écorce des plantes méditerranéennes.	Borkenbildung an der Krüppelrinde.

G. Bonnier, Adaption des plantes au climat alpin	*M. W. Russel*, Influence du climat mediterranéen	Vorliegende Arbeit
Les stomates (de la tige) sont plus nombreux.	—	Geringere Anzahl der Lenticellen.
Le calibre des vaisseaux des rhizomes et des racines est généralement plus étroit.	Les vaisseaux, plus nombreux, ont un plus fort calibre.	Die Weite der Gefässe ist in der Wurzel beträchtlicher.
Lorsqu'il y a des canaux sécréteurs, ils sont plus grands.	Tissus sécréteurs plus développés.	Beträchtlichere Bildung von gummiartigen Massen im Holz und stärkere Ablagerung von Kalkoxalat in der Rinde.
Les feuilles sont en général plus petites.	—	Die Blätter des Krüppels sind um ein Beträchtliches reduziert.
Les feuilles sont plus épaisses relativement à leur surface et souvent même plus épaisses en valeur absolue.	Augmentation d'épaisseur des feuilles.	Die Blätter des Krüppels sind dicker.
Les cellules de l'épiderme sont ordinairement plus petites.	Les cellules de l'épiderme sont plus hautes et frequemment de plus grandes dimensions.	Die Epidermiszellen sind kleiner, aber höher.
Le tissu en pallisade est plus développé.	Le parenchyme en pallisade offre un plus grand développement.	Die Pallisadenschicht ist verlängert.
Les feuilles sont plus poilues.	Les poils sont plus abondants.	Reichlichere Behaarung.
Souvent le nombre des stomates, par unité de surface, est plus grand, surtout sur la face supérieure du limbe.	Les stomates doublent de nombre, à égalité de surface, notamment à l'épiderme supérieure.	Die Spaltöffnungsanzahl ist reduziert.
Lorsqu'il y a des canaux sécréteurs, ils sont relativement ou absolument d'un diamètre plus grand.	Tissus sécréteurs plus développés.	Die Bildung von Gerbstoffen und die Ablagerung von Calciumoxalat ist beträchtlicher.

Auffallend dürfte es erscheinen, dass ich die Anzahl der Spaltöffnungen des Krüppels als reduziert angebe, während *Bonnier* und *Russel* an ihren alpinen, beziehungsweise Mittelmeerpflanzen hauptsächlich mit Betonung der oberseitigen Epidermis — allerdings ohne Angabe von beweisendem Zahlenmaterial — das Gegenteil behaupten. Diesbezüglich sei einerseits darauf hingewiesen, dass infolge der geringeren Grösse der Epidermiszelleu des Krüppels selbst dann schon eine Reduktion der Spaltöffnungsanzahl mit Bezug auf die Anzahl der zugehörigen Epidermiszellen zu konstatieren wäre, wenn pro Flächeneinheit gleichviel Öffnungen in beiden Fällen gezählt würden. Andererseits darf auch nicht übersehen werden, dass die Anzahl der Spalten auf verschiedenen Teilen des Blattes eine ganz verschiedene ist, und dass deshalb nur genaue, zahlenmässige, an gleichen Stellen der Blätter angestellte Untersuchungen, wie ich sie angestrebt habe, ein sicheres Resultat erwarten lassen. Eine nur approximative Abschätzung, wie sie unsere Autoren bieten, dürfte nicht selten zu Ungenauigkeiten führen, wie denn auch *Russel* beispielsweise von Lotus corniculatus (p. 341) behauptet: „Le nombre des stomates est très élevé chez les plantes méditerranéennes“, während doch ein Blick auf die beigegebenen Figuren (Planche XVI. fig. 10n und 10s) im allgemeinen das Gegenteil zu beweisen scheint.

Tabellen.

Tabelle 1.

Länge der Libriformfasern in Stamm und Wurzel.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Stamm	Wurzel	Stamm	Wurzel
	280	400	219	430
	275	420	70	400
	182	500	140	310
	240	482	215	395
	265	313	161	360
	190	480	110	489
	270	412	200	360
	200	450	170	400
	265	340	120	340
	250	480	155	330
	235	460	100	370
	290	310	180	420
	300	400	130	500
	260	475	168	335
	230	380	200	420
	3732	6302	2329	5859
Mittelwerte:	249	420	155	391
Millimeter:	0,9	1,51	0,56	1,41

Tabelle 2.

Breite der Libriformfasern von Normal- und Krüppelstamm.

	Normalpflanze			Krüppelpflanze		
	Ganze Zelle	Wanddicke	Lumen	Ganze Zelle	Wanddicke	Lumen
	2,8	0,90	1,0	3,0	0,60	1,8
	4,2	0,60	3,0	2,6	0,75	1,1
	3,5	1,00	1,5	3,0	0,90	1,2
	2,6	0,70	1,2	2,6	0,65	1,3
	3,2	0,70	1,8	2,5	0,45	1,6
	2,5	0,55	1,4	2,8	0,70	1,4
	3,0	0,70	1,6	3,8	1,10	1,6
	3,0	0,50	2,0	1,8	0,40	1,0
	3,5	0,75	2,0	2,2	0,60	1,0
	3,4	0,70	2,0	2,7	0,70	1,3
	31,7	7,10	17,5	27,0	6,85	13,3
Mittelwerte:	3,17	0,71	1,75	2,7	0,69	1,33
Millimeter:	0,0114	0,0026	0,0063	0,0097	0,0025	0,0049

Tabelle 3.

Breite der Libriformfasern von Normal- und Krüppelwurzel.

	3,9	0,95	2,0	5,0	1,65	1,7
	6,0	1,00	4,0	4,8	1,65	1,5
	5,0	1,00	3,0	4,2	1,10	1,2
	4,5	0.75	3,0	4,5	1,35	1,8
	6,3	1,55	3,2	4,0	1,30	1,4
	4,4	0.90	2,6	3,8	1,35	1,1
	8,0	1,50	5,0	3,8	1,30	1,2
	3,9	0,95	2,0	3,2	1,35	0,5
	6,4	1,20	3,8	4,0	1,55	0,9
	4,6	1,20	2,2	4,5	1,45	1,6
	53,0	11,00	30,8	41,8	14,05	12,9
Mittelwerte:	5,3	1,1	3,08	4,18	1,41	1,29
Millimeter:	0,0191	0,004	0,0111	0,015	0,005	0,0046

Tabelle 4.

Länge der Gefässe in Stamm und Wurzel.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Stamm	Wurzel	Stamm	Wurzel
	115	130	65	90
	95	98	100	104
	112	60	45	86
	75	100	60	101
	95	82	55	96
	95	140	40	100
	100	100	70	110
	120	110	40	120
	60	110	95	100
	110	100	70	70
	80	115	72	115
	90	60	65	90
	115	50	50	60
	120	80	48	100
	95	75	65	90
	1477	1410	940	1432
Mittelwerte:	98,5	94,0	62,7	95,5
Millimeter:	0,3546	0,3384	0,2257	0,3438

Tabelle 5.

Weite der Gefässe in Stamm und Wurzel.

	10,2	19,0	14,2	20,1
	9,4	18,3	7,9	14,3
	14,8	9,9	8,5	16,0
	11,6	12,9	10,6	13,5
	7,4	14,7	12,4	15,6
	13,0	12,0	10,0	13,0
	10,0	10,7	13,1	18,0
	11,2	20,0	11,0	15,0
	15,0	10,0	9,5	20,0
	7,0	15,0	12,0	16,0
	10,0	13,0	10,0	10,0
	11,0	18,0	8.5	18,0
	9,0	12,0	10,2	22,0
	8,5	14,0	11,0	12,0
	12,0	10,0	12,0	15,0
	160,1	209,5	160,9	238,5
Mittelwerte:	10,7	14,0	10,7	15,9
Millimeter:	0,0385	0,0504	0,0385	0,0472

Tabelle 6.

Länge und Weite der Tracheiden im Stammholz.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Länge	Weite	Länge	Weite
	115	7,9	110	8,0
	112	6,6	107	4,8
	87	7,0	86	6,0
	109	5,9	79	5,2
	110	7,0	76	6,1
	105	7,0	100	7,0
	80	8,0	90	5,5
	95	7,2	95	7,0
	100	5,5	80	5,5
	120	8,5	110	7,0
	130	8,0	95	6,0
	95	6,0	90	5,0
	110	5,8	82	5,5
	115	6,3	90	6,8
	115	6,5	85	4,9
	1598	103,2	1375	90,3
Mittelwerte:	106,5	6,9	91,7	6,0
Millimeter:	0,3834	0,0227	0,3301	0,0216

Tabelle 7.

Länge und Breite der Holzparenchymzellen im Stammholz.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Länge	Breite	Länge	Breite
	19	3,8	20	2,7
	34	3,6	17	4,5
	17	3,5	19	3,2
	32	3,0	16	2,7
	45	2,8	22	2,4
	24	3,4	17	2,5
	26	3,0	18	2,3
	23	3,5	14	2,8
	40	3,2	28	2,9
	30	3,1	20	3,0
	290	32,9	191	29,0
Mittelwerte:	29,0	3,3	19,1	2,9
Millimeter:	0,1044	0,0119	0,0688	0,0104

Tabelle 8.

Länge und Breite der Holzparenchymzellen der Wurzel.

	50	4,0	32	3,8
	36	4,5	34	4,0
	40	3,9	35	3,9
	30	4,0	30	3,0
	40	3,8	31	4,2
	42	4,6	28	3,8
	40	4,1	30	2,9
	50	5,0	32	4,5
	50	7,5	26	3,2
	25	5,2	35	3,6
	403	46,6	313	36,9
Mittelwerte:	40,3	4,7	31,3	3,7
Millimeter:	0,1441	0,0169	0,1127	0,0133

Tabelle 9.

Höhe der primären Markstrahlen in Stamm- und Wurzelholz.
Okular I. Objektiv II.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Stamm	Wurzel	Stamm	Wurzel
	76	80	96	90
	82	120	74	100
	60	150	82	140
	48	85	76	130
	85	110	68	130
	69	115	78	125
	40	90	85	100
	55	135	102	75
	57	100	88	95
	72	85	95	110
	644	1070	844	1095
Mittelwerte:	64,4	107,0	84,4	109,5
Millimeter:	0,9918	1,65	1,29	1,69

Tabelle 10.

Breite der primären Markstrahlen in Stamm- und Wurzelholz.
Okular I. Objektiv II.

	3,0	3,0	5,0	8,0
	2,0	4,0	3,4	4,9
	1,8	4,1	2,8	7,0
	1,4	6,0	3,0	15,0
	2,0	2,8	6,0	5,2
	2,4	3,2	4,2	8,5
	2,5	5,9	4,9	5,0
	1,4	3,0	4,6	12,5
	3,0	2,5	3,9	7,2
	1,0	3,5	2,5	5,6
	20,5	38,0	40,3	78,9
Mittelwerte:	2,1	3,8	4,0	7,9
Millimeter:	0,0323	0,0585	0,0616	0,1217

Tabelle 11.

Dimensionen der Markstrahlzellen von Normal- und Krüppelstamm,

	Normalpflanze			Krüppelpflanze		
	Höhe	Rad. Länge	Tang. Breite	Höhe	Rad. Länge	Tang. Breite
	4,0	8,0	3,0	3,5	6,0	3,0
	3,0	8,5	2,8	3,2	3,8	2,5
	2,5	10,0	2,5	4,1	3,0	2,1
	7,8	11,0	2,3	3,9	5,0	1,8
	6,0	6,0	4,0	2,8	6,5	3,5
	4,8	8,0	2,9	4,2	7,0	2,9
	5,0	6,0	3,5	4,0	8,0	2,9
	3,8	8,5	2,8	4,3	5,0	2,5
	4,5	4,5	4,2	2,8	7,5	2,6
	5,0	8,0	2,9	4,5	9,5	3,0
	46,4	78,5	30,9	37,3	60,8	26,4
Mittelwerte:	4,6	7,9	3,1	3,7	6,1	2,7
Millimeter:	0,0166	0,0284	0,0112	0,0133	0,022	0,0097

Tabelle 12.

Dimensionen der Markstrahlzellen von Normal- und Krüppelwurzel.

	6,5	11,0	3,0	8,0	12,0	5,0
	5,0	14,0	3,5	6,0	8,0	3,2
	6,0	16,0	4,5	7,0	9,0	6,0
	3,0	12,0	4,0	12,0	13,0	4,5
	3,5	13,0	2,0	8,0	7,0	7,0
	8,0	10,0	3,5	4,0	10,0	10,0
	10,0	20,0	5,5	10,0	12,0	6,0
	7,0	6,0	2,2	5,0	6,0	5,0
	4,0	12,0	3,5	9,0	10,0	3,5
	2,5	8,0	3,9	11,0	7,0	4,5
	55,5	122,0	35,6	80,0	94,0	54,7
Mittelwerte:	5,6	12,2	3,6	8,0	9,4	5,5
Millimeter:	0,0202	0,0439	0,013	0,0288	0,0338	0,0198

Tabelle 13.

Länge und Breite des Laubblattes.

In Centimetern.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Länge	Breite	Länge	Breite
	4,5	2,1	2,1	0,8
	3,6	1,7	1,6	0,6
	6,5	3,0	3,0	1,3
	3,4	1,8	2,8	0,9
	3,5	1,4	2,6	0,8
	3,0	2,5	1,5	0,6
	4,9	1,9	2,6	1,0
	3,3	1,3	1,9	0,6
	2,6	1,7	3,1	0,8
	4,7	2,4	1,8	0,9
	40,0	19,8	23,0	8,3
Mittelwerte:	4,0	1,98	2,3̇	0,83

Tabelle 14.

Dicke des Laubblattes, Höhe der Epidermis, Höhe der Pallisadenschicht.

	Normalpflanze				Krüppelpflanze			
	Ganzes Blatt	Unterseitige Epidermis	Oberseitige Epidermis	Pallisadenschicht	Ganzes Blatt	Unterseitige Epidermis	Oberseitige Epidermis	Pallisadenschicht
	40,0	2,5	4,2	12,0	44,3	4,5	5,0	13,0
	38,5	2,1	3,1	13,0	47,1	5,2	7,5	17,0
	35,0	3,0	5,0	8,0	43,2	4,3	5,1	10,0
	43,2	2,6	3,2	10,9	45,5	5,3	4,2	8,9
	38,0	2,5	4,8	11,5	45,0	4,4	7,0	14,0
	41,0	3,1	4,2	16,7	44,5	4,1	6,2	20,0
	36,1	2,9	3,6	9,0	42,5	4,0	4,7	18,0
	35,1	2,8	4,5	14,0	47,1	4,6	4,3	12,0
	37,0	2,4	3,6	10,6	43,3	4,2	5,0	16,1
	35,0	3,2	3,3	9,2	45,8	5,1	4,9	11,6
	378,9	27,1	39,5	124,9	448,3	45,7	53,9	140,6
Mittelwerte:	37,9	2,7	4,0	12,5	44,8	4,6	5,4	14,1
Millimeter:	0,1364	0,0097	0,0144	0,045	0,1613	0,0166	0,0194	0,0508

Tabelle 15.

Länge und Breite der oberseitigen Epidermiszellen von Sonnenblättern.

	Normales Sonnenblatt				Krüppelsonnenblatt			
	Anzahl der Zellen	Länge der Zellen	Anzahl der Zellen	Breite der Zellen	Anzahl der Zellen	Länge der Zellen	Anzahl der Zellen	Breite der Zellen
	2	20,1	2	20,0	3	34,0	3	23,0
	1	8,9	3	26,1	2	17,2	2	14,5
	2	24,0	1	10,3	3	32,1	1	6,5
	2	22,4	4	38,2	1	10,0	2	13,7
	3	35,0	3	26,2	2	24,0	1	7,3
	3	30,6	1	8,0	2	18,5	3	22,5
	1	12,0	2	18,7	2	19,5	4	30,0
	2	25,0	4	32,2	1	9,8	1	7,6
	1	11,0			2	20,1	3	21,9
	2	21,9			2	21,0		
	1	11,4						
	20	222,3	20	179,7	20	206,2	20	147,0
Mittelwerte:	1	11,1	1	9,0	1	10,3	1	7,4
Millimeter:		0,04		0,0324		0,0371		0,0266

Tabelle 16.

Länge und Breite der oberseitigen Epidermiszellen von Schattenblättern.

	Normales Schattenblatt				Krüppelschattenblatt			
	3	50,1	4	42,0	1	12,2	2	16,5
	1	14,7	1	8,1	3	24,0	1	10,0
	2	24,7	3	32,0	2	21,7	3	20,1
	3	46,0	3	26,7	1	13,0	2	12,9
	2	27,2	2	23,0	1	9,0	4	30,7
	3	40,5	2	18,7	2	18,9	1	6,1
	2	29,4	1	12,5	2	24,1	2	11,4
	1	12,1	2	21,0	1	8,5	2	15,1
	3	35,6	2	18,1	2	22,0	1	7,0
					2	18,5	2	14,9
					3	30,3		
	20	280,3	20	202,2	20	202,2	20	144,7
Mittelwerte:	1	14,0	1	10,1	1	10,1	1	7,2
Millimeter:		0,0504		0,0364		0,0364		0,026

Tabelle 17.

Länge und Breite der unterseitigen Epidermiszellen von Sonnenblättern.

	Normales Sonnenblatt				Krüppelsonnenblatt			
	Anzahl der Zellen	Länge der Zellen	Anzahl der Zellen	Breite der Zellen	Anzahl der Zellen	Länge der Zellen	Anzahl der Zellen	Breite der Zellen
	2	14,3	2	10,6	1	5,9	1	5,0
	1	9,5	2	9,0	2	14,6	2	7,5
	2	14,3	1	5,0	1	5,5	2	8,1
	2	16,0	2	9,2	2	11,9	1	3,5
	2	15,0	2	10,1	1	10,2	1	4,3
	2	18,3	1	3,8	2	15,2	1	4,8
	2	16,9	2	10,3	2	15,1	2	8,7
	1	7,8	1	4,3	2	12,7	2	7,7
	1	8,5	2	9,9	2	13,7	2	7,4
	2	17,7	2	9,1	2	11,2	1	4,5
	1	8,7	1	5,6	2	14,5	2	7,4
	2	15,7	2	10,7	1	8,4	2	8,4
							1	4,7
	20	162,7	20	97,6	20	138,9	20	82,0
Mittelwerte:	1	8,1	1	4,9	1	6,9	1	4,1
Millimeter:		0,0292		0,0176		0,0248		0,0148

Tabelle 18.

Länge und Breite der unterseitigen Epidermiszellen von Schattenblättern.

	Normales Schattenblatt				Krüppelschattenblatt			
	1	12,0	1	5,2	2	17,6	2	8,1
	2	18,5	1	3,7	1	8,1	2	10,1
	2	15,3	1	4,6	2	14.7	2	8,3
	1	8,4	2	11,1	2	18,2	2	8,4
	2	17,1	2	10,0	2	14,7	1	4,8
	1	9,4	1	5,3	2	14,0	2	7,4
	2	17,3	2	9,9	2	15,9	2	9,2
	2	18,2	2	11,9	2	13,7	2	8,6
	1	7,8	2	11,4	2	15 1	2	7,5
	2	18,7	2	10,5	2	17,5	2	9,7
	2	16,1	2	10,2	1	6,4	1	4,3
	2	19,4	1	4,5				
			1	5,2				
	20	178,2	20	103,5	20	155,9	20	86.4
Mittelwerte:	1	8,9	1	5,2	1	7,8	1	4,3
Millimeter:		0,0322		0,0187		0 0271		0,0155

Tabelle 19.

Länge und Breite des Spaltöffnungsapparates am Sonnenblatt.

	Normalsonnenblatt		Krüppelsonnenblatt	
	Länge	Breite	Länge	Breite
	7,0	5,0	4,8	4,1
	5,8	5,5	5,6	3,0
	6,7	5,2	5,8	4,5
	7,0	4,8	4,9	3,8
	6,3	4.6	6,0	4,1
	6,8	5,0	5,4	4,5
	6,4	5.1	5,5	4,2
	6,2	5,5	5,0	3,7
	7,1	5,2	5,8	4,4
	6.9	5,0	5,5	4,3
	5,9	4.9	5,3	4.0
	6,7	4,9	4,9	4.1
	6,6	5,5	6,2	3,9
	7,4	4,7	6.2	4,3
	7,0	6,1	6,5	4,0
	7,2	5,0	6,2	4,6
	7,5	6,0	6,0	4,2
	7,1	5,8	5,5	4,4
	5,9	5,0	5,1	3,9
	6,5	5,0	5,5	4,0
	134,0	103,8	111,7	82,0
Mittelwerte:	6,7	5,2	5,6	4,1
Millimeter:	0,0241	0,0187	0,0202	0,0148

Tabelle 20.

Länge und Breite des Spaltöffnungsapparates am Schattenblatt.

	Normalschattenblatt		Krüppelschattenblatt	
	Länge	Breite	Länge	Breite
	7,0	5,0	6,0	4,0
	6,6	4,8	5,7	3,9
	6,3	5,0	5,6	4,6
	6,9	4,6	4,8	4,2
	6,0	4,7	5,6	3,9
	5,9	5,1	5,4	4,0
	6,3	4,5	6,1	4,0
	7,1	4,2	5,9	4,4
	6,4	4,9	5,4	3,8
	6,5	4,7	5,5	3,9
	7,2	4,8	6,2	4,5
	6,9	4,4	5,8	3,7
	6,8	5,1	6,3	3,8
	7,2	5,3	5,0	3,8
	6,4	4,5	4,9	4,2
	6,5	4,8	5,6	3,5
	6,5	5,2	5,1	4,1
	6,0	4,8	6,3	3,9
	6,2	4,7	5,3	3,7
	7,3	5,0	5,5	4,0
	132,0	96,1	112,0	79,9
Mittelwerte:	6,6	4,8	5,6	4,0
Millimeter:	0,0238	0,0173	0,0202	0,0144

Tabelle 21.

Anzahl der Spaltöffnungen im Gesichtsfelde.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Sonnenblatt	Schattenblatt	Sonnenblatt	Schattenblatt
	74	65	60	52
	73	62	69	45
	63	58	53	55
	69	75	57	58
	77	65	65	54
	72	46	49	56
	75	51	72	47
	70	45	54	55
	65	58	42	50
	78	60	64	61
	66	52	66	42
	80	59	56	56
	59	47	67	59
	64	62	57	55
	69	55	63	53
	65	46	56	47
	75	54	55	52
	72	61	61	49
	81	49	57	52
	86	50	62	48
	1433	1120	1185	1046
Mittelwerte:	71,7	56,0	59,2	52,3
Anzahl pro qmm:	422	329	348	308

Tabelle 22.

Länge und Breite der Blütenblätter.

In Centimetern.

	Normalpflanze		Krüppelpflanze	
	Länge	Breite	Länge	Breite
	0,90	0,40	0,78	0,65
	0,51	0,59	0,50	0,40
	0,70	0,41	0,63	0,42
	0,52	0,50	0,45	0,32
	0,82	0,39	0,50	0,41
	0,56	0,44	0,62	0,45
	0,60	0,56	0,60	0,40
	0,65	0,40	0,63	0,52
	0,61	0,47	0,59	0,41
	0,60	0,42	0,65	0,46
	6,47	4,58	5,95	4,44
Mittelwerte:	0,65	0,46	0,60	0,44

Zum Schlusse spreche ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. *Gregor Kraus*, der mir das vorstehende Thema zur Bearbeitung übertrug, und nach dessen Anleitung ich dasselbe im einzelnen ausführte, auch an dieser Stelle wärmsten Dank aus.

Lebenslauf.

Ich, *Fridolin Bott*, katholischer Konfession, bin geboren am 23. Mai 1880 zu Unterafferbach bei Aschaffenburg als Sohn des Lehrers *Valentin Bott* und seiner Ehefrau *Apollonia*, geborenen *Flittner*. Im Herbste des Jahres 1891 trat ich in die zweite Klasse des humanistischen Gymnasiums zu Aschaffenburg ein, das ich 1899 absolvierte. Seitdem widme ich mich an der Universität Würzburg dem Studium der Naturwissenschaften, von nachfolgenden Professoren und Dozenten in Vorlesungen und Praktika unterrichtet: *Beckenkamp*, *Boveri*, *Hantzsch*, *Kraus*, *Medicus*, *Prym*, *Regel*, *Röntgen*, *Rost*, *Spemann*, *Wien*, *Wislicenus*.

Allen meinen verehrten Lehrern spreche ich an dieser Stelle wärmsten Dank aus.